

IMPACTO DE CONTAMINANTES AMBIENTAIS NA SAÚDE INFANTIL: UM ESTUDO EXPLORATÓRIO

**IANA ALEXANDRA DA SILVA MEIRELLES^{1,2*}, XAIANE DE MATTOS ROHTE³,
RICHARD VINICIUS SANTANA DA SILVA⁴, IARA DENISE ENDRUWEIT
BATTISTI⁵**

1 Introdução

O uso intensivo de pesticidas nas atividades humanas têm gerado preocupações crescentes quanto aos potenciais impactos desses compostos sobre a saúde pública e o meio ambiente. A exposição humana a essas substâncias pode ocorrer por diversas vias, incluindo ingestão de alimentos contaminados, inalação e absorção dérmica, e está associada a uma série de efeitos adversos, como disfunção endócrina, efeitos neurotóxicos e desenvolvimento de doenças crônicas (Lopes, Albuquerque, 2018). Com isso Pivetta et al. (2001), o biomonitoramento humano tem se mostrado uma ferramenta eficaz para avaliar a exposição a essas substâncias.

Nesse contexto, a análise capilar tem ganhado destaque como uma matriz biológica não invasiva, de fácil coleta e armazenamento, que permite avaliar a exposição crônica e retrospectiva a diversos contaminantes, incluindo pesticidas organoclorados, organofosforados, piretróides e outros poluentes orgânicos persistentes (Zhang *et al.*, 2023). Com isso, a utilização da matriz capilar tem demonstrado que o cabelo pode refletir a exposição integrada do organismo a essas substâncias, tanto de fontes endógenas quanto exógenas.

2 Objetivos

¹ Acadêmica em Ciências Biológicas – Bacharelado, Bolsista FAPERGS, Universidade Federal da Fronteira Sul (UFFS), *Campus* Cerro Largo, contato: ianameirelles75@gmail.com

² Grupo de Pesquisa: Monitoramento e Qualidade Ambiental

³ Acadêmica em Ciências Biológicas - Licenciatura, Universidade Federal da Fronteira Sul (UFFS), *Campus* Cerro Largo, contato: rohtexaiane@gmail.com

⁴ Mestrando em Ambiente e Tecnologias Sustentáveis, Universidade Federal da Fronteira Sul (UFFS), *Campus* Cerro Largo, Contato: richardvssilva@gmail.com,

⁵ Doutora em Epidemiologia. Pós-doutora em Saúde da Criança na UMinho. Docente do Programa de Pós-Graduação em Ambiente e Tecnologias Sustentáveis, UFFS, *Campus* Cerro Largo, **Orientadora**.

Analisar estudos que utilizaram análise de amostras capilares como ferramenta de biomonitoramento da exposição humana a agrotóxicos e pesticidas, avaliando a potencialidade da técnica para investigação da exposição crônica e cumulativa.

3 Metodologia

A metodologia desta pesquisa possui cunho qualitativo, utilizando a Análise Documental proposta por Lakatos e Marconi (2003). A análise foi conduzida em quatro etapas, adaptando os pressupostos dos autores: na primeira etapa foi realizada a definição do *corpus* de análise, composto por quatro artigos que utilizaram matriz capilar para o biomonitoramento da exposição a contaminantes ambientais. Em seguida, foi realizada a leitura exploratória dos artigos, a qual correspondia a segunda etapa da metodologia, a fim de compreender os objetivos, metodologias e principais resultados das pesquisas.

Após o conhecimento do material de análise por meio da leitura exploratória realizou-se a terceira etapa, referente a elaboração das categorias de análise, sendo elas: i - Principais classes de agrotóxicos detectadas em amostras capilares, incluindo compostos persistentes e não persistentes; ii - Fatores associados aos níveis de exposição, como região geográfica, sexo e características comportamentais; iii - Implicações da detecção de agrotóxicos, especialmente de compostos banidos, para a saúde humana; e iv - Utilidade da análise capilar como uma ferramenta complementar e vantajosa para estudos de exposição populacional. A quarta e última etapa compreende a interpretação e análise dos dados obtidos, em que as convergências e divergências das informações nos artigos serão discutidas.

4 Resultados e Discussão

Os artigos analisados evidenciam que a análise capilar é uma ferramenta sensível para identificar a exposição humana a diferentes classes de agrotóxicos e outros poluentes orgânicos persistentes. Independentemente da população investigada, foi observada a presença simultânea de múltiplos compostos, demonstrando que a exposição ocorre de forma cumulativa e varia conforme características individuais e ambientais (Serra *et al.*, 2023; Peng *et al.*, 2020; Sanguos *et al.*, 2023; Macheka *et al.*, 2024).

No Brasil, Serra *et al.* (2023) identificaram organofosforados e organoclorados em pacientes com pênfigo foliáceo e pênfigo vulgar, verificando maior frequência de contaminação

entre indivíduos com pênfigo foliáceo. Entre os compostos detectados destacaram-se aldrina, BHC, DDT, endrina, clorpirifós, diazinon, diclorvos, malatão e paration.

Resultados semelhantes foram observados em estudos conduzidos na China, Espanha e França. Peng *et al.* (2020) identificaram dezenas de pesticidas e metabólitos em amostras de cabelo, demonstrando exposição simultânea a diversos compostos e diferenças significativas entre regiões geográficas. Sanguos *et al.* (2023) notam a elevada frequência de detecção de organofosforados, piretroides e outros poluentes orgânicos em amostras de mães e crianças, enquanto Macheka *et al.* (2024) percebeu que a ampla ocorrência de biomarcadores de exposição em crianças francesas, incluindo organoclorados e organofosforados.

Um dos achados mais relevantes foi a identificação recorrente de pesticidas organoclorados proibidos há décadas, como DDT, HCB, HCH, aldrina, dieldrina, endrina e heptacloro, em amostras de cabelo coletadas em diferentes países (Peng *et al.*, 2020; Sanguos *et al.*, 2023).

Na China, Peng *et al.* (2020) observaram elevada frequência de detecção de β -HCH, α -endossulfam, pentaclorofenol e HCB, atribuindo esses resultados ao uso histórico desses pesticidas e à persistência ambiental. Da mesma forma, Serra *et al.* (2023) identificaram organoclorados proibidos em pacientes brasileiros, enquanto Sanguos *et al.* (2023) verificaram HCB em todas as amostras maternas e infantis analisadas, além da presença contínua de lindano e heptacloro. Na França, Macheka *et al.* (2024) também detectaram lindano em crianças e gestantes, mesmo décadas após sua proibição para uso agrícola.

A exposição aos agrotóxicos é influenciada por múltiplos fatores, diferenças regionais foram observadas na China, Espanha e França, sugerindo que características ambientais, padrões de uso de pesticidas e hábitos locais interferem diretamente nos níveis de exposição (Peng *et al.*, 2020; Sanguos *et al.*, 2023; Macheka *et al.*, 2024).

Macheka *et al.* (2024) observaram diferenças relacionadas ao sexo para alguns biomarcadores, enquanto Sanguos *et al.* (2023) identificaram associações com idade materna, paridade e hábitos alimentares, especialmente o consumo de peixes, moluscos e cereais. A presença de animais de estimação também foi relacionada a maiores concentrações de alguns pesticidas. Peng *et al.* (2020) verificaram ainda associações entre idade, índice de massa corporal e frequência de preparo dos alimentos. Macheka *et al.* (2024) encontraram correlação entre biomarcadores presentes em mães e seus filhos, indicando que a exposição pode ocorrer

ainda durante a gestação e permanecer nos primeiros anos de vida. Além disso, diversas substâncias apresentaram concentrações mais elevadas em crianças, evidenciando a maior vulnerabilidade desse grupo às exposições ambientais.

A ampla detecção de agrotóxicos em amostras de cabelo demonstra que diferentes populações permanecem expostas a esses compostos, inclusive a pesticidas proibidos há décadas. Embora os estudos revisados não permitam estabelecer relações de causa e efeito, seus resultados apontam associações importantes entre a exposição e potenciais impactos à saúde.

5 Conclusão

Com base nos artigos analisados, conclui-se que os estudos demonstram de forma consistente a eficácia da análise capilar para o biomonitoramento humano para exposição a poluentes orgânicos e pesticidas. A técnica é sensível, não invasiva e permite avaliar a exposição crônica e cumulativa, oferecendo uma visão mais abrangente do que as análises de fluidos corporais.

Os artigos revelam exposição generalizada a múltiplos produtos químicos, incluindo pesticidas atualmente em uso e poluentes orgânicos persistentes proibidos. Portanto, considerando que alguns pesticidas persistentes permanecem acumulados no ambiente e no organismo por longos períodos, seu monitoramento torna-se fundamental para subsidiar estratégias de vigilância em saúde, prevenção da exposição e desenvolvimento de políticas públicas.

Referências Bibliográficas

LAKATOS, E. M.; MARCONI, M. A. **Fundamentos da metodologia científica**. São Paulo, SP: Atlas, 2003. p. 174-183.

LOPES, C. V. A.; ALBUQUERQUE, G. S. C. Agrotóxicos e seus impactos na saúde humana e ambiental: uma revisão sistemática. **Saúde em Debate**, Rio de Janeiro, v. 42, n. 117, p. 518–534, abr./jun. 2018. DOI: <https://doi.org/10.1590/0103-1104201811714>. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/sdeb/a/bGBYZvVVKMrV4yzqfwwKtP/?format=html&lang=pt>. Acesso em: 22 jul. 2026.

MACHEKA, L. R. PALAZZI, P.; IGLESIAS-GONZÁLES, A.; ZAROS, C.; APPENZELLER, B. M.; ZEMAN, F. A.. Exposição a pesticidas, poluentes persistentes e não persistentes em crianças francesas de 3,5 anos: descobertas da análise abrangente do cabelo na coorte nacional de nascimentos ELFE. **Environment International**, v. 190, 108881, 2024. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.envint.2024.108881>. Disponível em:

<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0160412024004677>. Acesso em: 22 jul. 2026.

PENG, F. J.; MAZZACHE, H. S.; BOUROKBA, PALAZZI, P.; STOJILJKOVIC, N.; BASTIEN, P.; LI, J.; SOEUR, J.; APPENZELLER, B. M.. Exposição a pesticidas multiclasa entre mulheres adultas em duas cidades chinesas revelada por análise capilar. **Environment International**, v. 138, 105633, 2020. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.envint.2020.105633>. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0160412019348056>. Acesso em: 22 jul. 2026.

PIVETTA, F.; MACHADO, J. M. H.; ARAÚJO, U. C.; MOREIRA, M. F. R.; APOSTOLI, P. Monitoramento biológico: conceitos e aplicações em saúde pública. *Cadernos de Saúde Pública*, Rio de Janeiro, v. 17, n. 3, p. 545–554, maio/jun. 2001. DOI: 10.1590/S0102-311X2001000300010. Disponível em: https://www.researchgate.net/publication/11943333_Biological_monitoring_concepts_and_applications_in_public_health. Acesso em: 22 jul. 2026.

SANGUOS, C. L.; GARCIA, G. L.; SOÁRES, O. L.; PICÁN-LEIS, R.; MERTINEZ-CARBALLO, E.; COUCE, M. L.. Biomonitoramento não invasivo da exposição infantil a poluentes orgânicos ambientais no noroeste da Espanha, baseado na análise capilar. Identificação de fontes potenciais. **Environmental Pollution**, v. 339, 122705, 2023. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.envpol.2023.122705>. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0269749123017074>. Acesso em: 22 jul. 2026.

SERRA, L. L.; SALATHIEL, A. M.; LANARO, R.; MARTINES, B.; ROSELINO, A. M.. Mediação de pesticidas em amostras de cabelo de pacientes com pênfigo foliáceo e pênfigo vulgar no sudeste do Brasil. **Anais Brasileiros de Dermatologia**, v. 98, n. 5, p. 645-650, 2023. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.abd.2022.10.010>. Disponível em: <https://pmc.ncbi.nlm.nih.gov/articles/PMC10404494/>. Acesso em: 22 jul. 2026.

ZHANG, S.; YAN, X.; TANG, B.; LUO, W.; CHEN, S.; LUO, X.; ZHENG, J.; MAI, B.; YU, Y.. Human hair as a noninvasive matrix to assess exposure to micro-organic contaminants: State of the art review. **Science of the Total Environment**, v. 892, p. 164341, 2023. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2023.164341>. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0048969723029625>. Acesso em: 22 jul. 2026.

Palavras-chave: Biomonitoramento; agrotóxicos; análise capilar; exposição humana; bioacumulação.

Nº de Registro no sistema Prisma: PES-2025-0497

Financiamento: CNPQ e Edital PPSUS/ FAPERGS Nº 01/2025

